

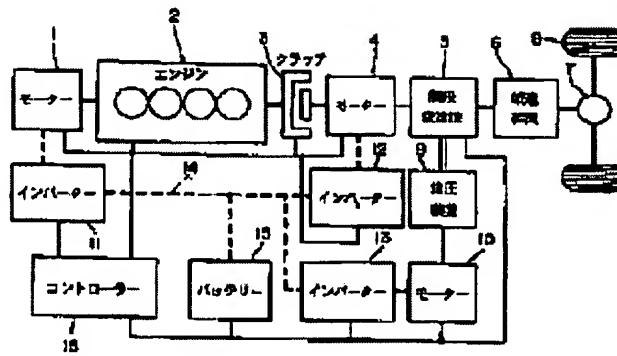
## STARTING CONTROLLER OF VEHICLE

**Patent number:** JP2000120455  
**Publication date:** 2000-04-25  
**Inventor:** KITAJIMA YASUHIKO; ITOYAMA HIROYUKI; DEGUCHI YOSHITAKA  
**Applicant:** NISSAN MOTOR  
**Classification:**  
 - **International:** B60K6/04; B60K6/00; (IPC1-7): F02D13/02; B60K6/00; B60K8/00; B60L11/14; F01L13/00; F02D29/02; F02D29/06; F02D41/06  
 - **European:** B60K6/04T4C  
**Application number:** JP19980295109 19981016  
**Priority number(s):** JP19980295109 19981016

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP2000120455

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve an output control characteristic at operation starting time by an internal combustion engine by cranking the internal combustion engine by driving an electric motor at engine starting time and controlling the intake valve actuating timing so that time until intake pipe negative pressure reaches a prescribed value becomes shortest by driving a variable valve system device. **SOLUTION:** In a hybrid vehicle for traveling by using motive power of an engine 2 and/or an electric motor 1 according to a traveling condition when an engine starting condition is realized in a controller 16, a timer value for estimating intake pipe negative pressure is initialized in the next place, and then, a battery state is detected. The intake valve closing timing when the intake pipe negative pressure reaches starting completely exploding negative pressure in the shortest time is set according to an optimal torque control characteristic of the motor 1 and motor output on the basis of a battery 15 state. Next, a variable valve system device is controlled so as to become the preset intake valve closing timing, and starting cranking of the engine is started by driving the motor 1 so as to become preset torque.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-120455

(P2000-120455A)

(43)公開日 平成12年4月25日(2000.4.25)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
F 02 D 13/02		F 02 D 13/02	H 3 G 0 9 3
B 60 K 6/00		B 60 L 11/14	5 H 1 1 5
8/00		F 01 L 13/00	3 0 1 A
B 60 L 11/14		F 02 D 29/02	3 2 1 B
F 01 L 13/00	3 0 1	29/06	L

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平10-295109

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(22)出願日 平成10年10月16日(1998.10.16)

(72)発明者 北島 康彦

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 糸山 浩之

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(74)代理人 100075513

弁理士 後藤 政喜 (外1名)

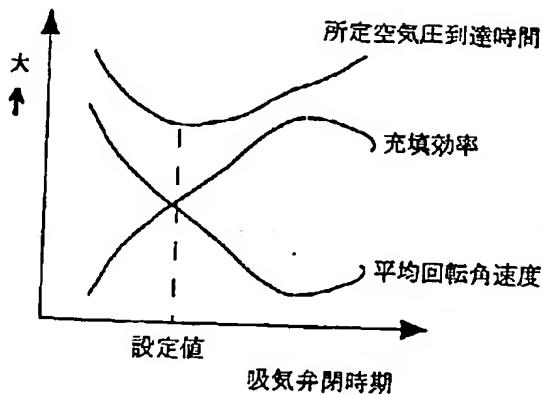
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両の始動制御装置

(57)【要約】

【課題】 ハイブリッド車両等のエンジン始動時の始動完爆に要する時間を短縮すると共に始動時の振動を抑制して運転性を改善する。

【解決手段】 エンジンに吸気弁の閉弁時期を調節可能とする可変動弁装置を設け、エンジン始動時に始動電動機を駆動してエンジンの始動クランキングを行わせると共に、可変動弁装置を駆動して吸気管負圧が所定の始動完爆負圧値に達するまでの時間が最短となるような吸気弁閉時期に制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】内燃機関を始動させる電動機と、内燃機関の吸気弁作動時期を可変制御する可変動弁装置と、電動機と可変動弁装置の作動を制御する制御装置とを備え、

前記制御装置を、機関始動時に電動機を駆動して内燃機関の始動クランキングを行わせると共に、可変動弁装置を駆動して吸気管負圧が所定値に達するまでの時間が最短となるような吸気弁作動時期に制御するように構成した車両の始動制御装置。

【請求項2】制御装置は、電動機に電力を供給するバッテリの状態を検出するバッテリ状態検出装置を備え、該バッテリ状態に基づいて前記吸気弁作動時期を補正するように構成したことを特徴とする請求項1に記載の車両の始動制御装置。

【請求項3】制御装置は、電動機の出力が低下するバッテリ状態のときほど吸気弁閉時期を進めるように構成したことを特徴とする請求項2に記載の車両の始動制御装置。

【請求項4】制御装置は、内燃機関への燃料の供給・停止を制御する燃料制御装置を備え、始動クランキング開始当初は燃料供給を停止し、その後吸気管負圧が所定値以上に発達したときに燃料供給を開始するように構成したことを特徴とする請求項1に記載の車両の始動制御装置。

【請求項5】制御装置は、始動クランキング時の吸気管負圧を、クランキング開始からの経過時間で推定して求めるように構成したことを特徴とする請求項1または請求項4の何れかに記載の車両の始動制御装置。

【請求項6】制御装置は、吸気管負圧を検出する圧力センサを備え、始動クランキング時の吸気管負圧を該圧力センサからの出力に基づいて求めるように構成したことを特徴とする請求項1または請求項4の何れかに記載の車両の始動制御装置。

【請求項7】制御装置は、内燃機関のスロットル開度を運転状態に応じて制御するスロットル駆動装置を備え、始動クランキング時にはスロットル開度を略全閉とし、始動完爆後はそのときの運転状態に応じて定められた目標トルクが得られるスロットル開度へと漸進的に変化させるように構成したことを特徴とする請求項1に記載の車両の始動制御装置。

【請求項8】スロットル駆動装置は、アクセルペダルの操作量を検出するアクセルペダルセンサと、スロットルバルブを駆動するアクチュエータと、アクセルペダルセンサからの操作量信号に基づいて前記アクチュエータを駆動する制御装置とを備える請求項7に記載の車両の始動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は車両に搭載した内燃機関の始動制御に関し、特にハイブリッド車両に好適な始動制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術と解決すべき課題】原動機として内燃機関と電動機とを併有し、いずれか一方または双方の駆動力により走行するようにしたハイブリッド車両が知られている（例えば、鉄道日本社発行「自動車工学」VOL.46 N o.7 1997年6月号 39?52頁参照）。

【0003】ハイブリッド車両では、基本的に比較的負荷の小さい運転域では電動機のみで走行し、負荷が増大すると内燃機関を起動して所要の駆動力を確保し、必要に応じて電動機と内燃機関を併用することにより最大の駆動力を発揮させられるようになっている。

【0004】ところで、電動機のみによる走行状態から内燃機関を使用する運転状態へと移行するときには速やかに機関を始動させる必要があり、この機関始動に時間がかかると駆動力を滑らかに制御することができなくなり運転性が悪化してしまう。一方、始動完爆直後の機関トルクの急激な立ち上りにより振動が発生することがあり、この振動も運転性を悪化させる要因となる。

【0005】本発明はこのような問題点に着目してなされたもので、内燃機関による運転開始時の出力制御特性を改善することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、内燃機関を始動させる電動機と、内燃機関の吸気弁作動時期を可変制御する可変動弁装置と、電動機と可変動弁装置の作動を制御する制御装置とを備え、前記制御装置を、機関始動時に電動機を駆動して内燃機関の始動クランキングを行わせると共に、可変動弁装置を駆動して吸気管負圧が所定値に達するまでの時間が最短となるような吸気弁作動時期に制御するように構成した。

【0007】請求項2の発明は、上記請求項1の発明の制御装置を、電動機に電力を供給するバッテリの状態を検出するバッテリ状態検出装置を備え、該バッテリ状態に基づいて前記吸気弁作動時期を補正するように構成した。

【0008】請求項3の発明は、上記請求項2の発明の制御装置を、電動機の出力が低下するバッテリ状態のときほど吸気弁閉時期を進めるように構成した。

【0009】請求項4の発明は、上記請求項1の発明の制御装置を、内燃機関への燃料の供給・停止を制御する燃料制御装置を備え、始動クランキング開始当初は燃料供給を停止し、その後吸気管負圧が所定値以上に発達したときに燃料供給を開始するように構成した。

【0010】請求項5の発明は、上記請求項1または請求項4の発明の制御装置を、始動クランキング時の吸気管負圧を、クランキング開始からの経過時間で推定して求めるように構成した。

【0011】請求項6の発明は、上記請求項1または請求項4の発明の制御装置を、吸気管負圧を検出する圧力センサを備え、始動クランキング時の吸気管負圧を該圧力センサからの出力に基づいて求めるように構成した。

【0012】請求項7の発明は、上記請求項1の発明の制御装置を、内燃機関のスロットル開度を運転状態に応じて制御するスロットル駆動装置を備え、始動クランキング時にはスロットル開度を略全閉とし、始動完爆後はそのときの運転状態に応じて定められた目標トルクが得られるスロットル開度へと漸進的に変化させるように構成した。

【0013】請求項8の発明は、上記請求項7のスロットル駆動装置を、アクセルペダルの操作量を検出するアクセルペダルセンサと、スロットルバルブを駆動するアクチュエータと、アクセルペダルセンサからの操作量信号に基づいて前記アクチュエータを駆動する制御装置とを備えるものとした。

#### 【0014】

【作用・効果】上記請求項1以下の各発明によれば、始動時間を十分に短くして速やかに機関出力を立ち上げることができる。これは以下のような理由による。すなわち、内燃機関の始動性と吸気管負圧との間には相関があり、吸気管負圧がある程度発達した時点で初めて始動完爆がなされる。この始動完爆がなされる吸気管負圧（以下「始動完爆負圧」という。）は機関の仕様ないし特性によって異なり、例えば気筒数、排気量、圧縮比、吸気管形状等の影響を受けるが、換言するならば機関を特定すればその機関の始動完爆負圧はほぼ一定と考えることができる。したがって、ある機関の始動に要する時間を短縮するためには、始動クランキング（ハイブリッド車両では「モータリング」ともいう。）時に吸気管負圧がその機関について前記始動完爆負圧値に達するまでの時間をできるだけ短くしてやればよい。一方、吸気管負圧が前記始動完爆負圧値まで発達するのに要する時間も、機関個々の仕様ないし特性に依存するが、その一要因として図3に示したように吸気弁の閉時期があり、ある特定の時期より早くても遅くても前記負圧への到達時間は長くなる。そこで、その機関に応じて最短の負圧到達時間となるような吸気弁閉時期を予め求めておき、始動クランキング時には当該吸気弁閉時期に制御するのである。これにより、吸気弁閉時期を制御しなかった場合に比較して、内燃機関の始動完爆に要する時間を確実に短縮することができる。

【0015】なお、吸気管負圧が始動完爆負圧値にまで達したか否かについては、請求項5の発明のように始動クランキング開始からの経過時間で推定し、または請求項6の発明のように吸気管圧力を圧力センサにより直接検出することで判定することができる。

【0016】ところで、始動クランキング時に吸気管負圧が始動完爆負圧値に達するまでの時間を最短とする吸

気弁閉時期は電動機の能力にも依存し、電動機に電力を供給するバッテリ状態によって最適時期が異なる場合がある。図4に示したように、通常は電動機の出力が低下するようなバッテリ状態のときには吸気管負圧が始動完爆負圧値に最短時間で達する吸気弁閉時期は、電動機出力が比較的十分なときに比べて進み側になる。したがって、請求項2または3の発明のように、バッテリ状態に応じて吸気弁作動時期を補正することにより、バッテリの状態にかかわらず最短の時間で内燃機関の始動を完了させることができる。

【0017】請求項4の発明によれば、始動クランキング開始当初は燃料供給を停止し、その後吸気管負圧が例えば上記始動完爆負圧値付近の所定値以上に発達したときに燃料供給が開始される。このようにすると、始動完爆が可能となった時点で初めて燃焼が可能となるので、吸気管負圧が十分に発達しない状態での完爆に寄与しない燃焼による振動の発生を回避して静粛な機関始動が可能になると共に燃料消費を抑制することができる。

【0018】請求項7の発明では、内燃機関のスロットル開度を運転状態に応じて制御するスロットル駆動装置により、始動クランキング時にはスロットル開度を略全閉とし、始動完爆後はそのときの運転状態に応じて定められた目標トルクが得られるスロットル開度へと漸進的に変化させる。このように構成することにより、始動完爆時の機関トルクとそのときの目標トルクとの間に差があるときに、このトルク差を徐々に補償して、トルクショックおよび振動のない滑らかな運転性を確保することができる。なお、このようなスロットル制御を行うためのスロットル駆動装置としては、請求項8の発明に示したように、アクセルペダルの操作量を検出するアクセルペダルセンサと、スロットルバルブを駆動するアクチュエータと、アクセルペダルセンサからの操作量信号に基づいて前記アクチュエータを駆動する制御装置から構成することができる。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】以下本発明をハイブリッド車両に適用した実施形態につき図面に基づいて説明する。まず図1?図2にハイブリッド車両の構成例を示す。これらはいずれも走行条件に応じてエンジン（内燃機関）または電動モータの何れか一方または双方の動力を用いて走行するパラレル方式のハイブリッド車両である。

【0020】図1において、太い実線は機械力の伝達経路を示し、太い破線は電力線を示す。また、細い実線は制御線を示し、二重線は油圧系統を示す。この車両のパワートレインは、モータ1（本発明の電動機）、エンジン2、クラッチ3、モータ4、無段変速機5、減速装置6、差動装置7および駆動輪8から構成される。モータ1の出力軸、エンジン2の出力軸およびクラッチ3の入力軸は互いに連結されており、また、クラッチ3の出力軸、モータ4の出力軸および無段変速機5の入力軸は互

いに連結されている。

【0021】クラッチ3締結時はエンジン2とモータ4が車両の推進源となり、クラッチ3解放時はモータ4のみが車両の推進源となる。エンジン2またはモータ4の駆動力は、無段変速機5、減速装置6および差動装置7を介して駆動輪8へ伝達される。無段変速機5には油圧装置9から圧油が供給され、ベルトのクランプと潤滑がなされる。油圧装置9のオイルポンプ(図示せず)はモータ10により駆動される。

【0022】モータ1は主としてエンジン始動と発電に用いられ、モータ4は主として車両の推進(力行)と制動に用いられる。また、モータ10は油圧装置9のオイルポンプ駆動用である。また、クラッチ3締結時に、モータ1を車両の推進と制動に用いることもでき、モータ4をエンジン始動や発電に用いることもできる。クラッチ3はパウダークラッチであり、伝達トルクを調節することができる。無段変速機5はベルト式やトロイダル式などの無段変速機であり、変速比を無段階に調節することができる。

【0023】モータ1, 4, 10はそれぞれ、インバータ11, 12, 13により駆動される。なお、モータ1, 4, 10に直流電動モータを用いる場合には、インバータの代わりにDC/DCコンバータを用いる。インバータ11?13は共通のDCリンク14を介してメインバッテリ15に接続されており、メインバッテリ15の直流充電電力を交流電力に変換してモータ1, 4, 10へ供給するとともに、モータ1, 4の交流発電電力を直流電力に変換してメインバッテリ15を充電する。なお、インバータ11?13は互いにDCリンク14を介して接続されているので、回生運転中のモータにより発電された電力をメインバッテリ15を介さずに直接、力行運転中のモータへ供給することができる。メインバッテリ15には、リチウム・イオン電池、ニッケル・水素電池、鉛電池などの各種電池や、電機二重層キャパシターやいわゆるパワーキャパシターが適用される。

【0024】16は本発明の制御装置の機能を備えたコントローラであり、マイクロコンピュータとその周辺部品や各種アクチュエータなどを備え、クラッチ3の伝達トルク、モータ1, 4, 10の回転数や出力トルク、無段変速機5の変速比、エンジン2の燃料噴射量・噴射時期、点火時期などを制御する。

【0025】コントローラ16には、図2に示すように、キースイッチ20、セレクトレバースイッチ21、アクセルペダルセンサ22、ブレーキスイッチ23、車速センサ24、バッテリ温度センサ25、バッテリSOC検出装置26、エンジン回転数センサ27、スロットル開度センサ28が接続される。キースイッチ20は、車両のキーがON位置またはSTART位置に設定されると閉路する(以下、スイッチの閉路をオンまたはON、開路をオフまたはOFFと呼ぶ)。セレクトレバー

スイッチ21は、パーキングP、ニュートラルN、リバースRおよびドライブDの何れかのレンジに切り換えるセレクトレバー(図示せず)の設定位置に応じて、P, N, R, Dのいずれかのスイッチがオンする。

【0026】アクセルペダルセンサ22はアクセルペダルの踏み込み量を検出し、ブレーキスイッチ23はブレーキペダルの踏み込み状態(この時、スイッチオン)を検出す。車速センサ24は車両の走行速度を検出し、バッテリ温度センサ25はメインバッテリ15の温度を検出す。また、バッテリSOC検出装置26は本発明のバッテリ状態検出装置にあたるもので、メインバッテリ15の実容量の代表値であるSOC(State Of Charge)を検出す。さらに、エンジン回転数センサ27はエンジン2の回転数を検出し、スロットル開度センサ28はエンジン2のスロットルバルブ開度を検出す。

【0027】コントローラ16にはまた、エンジン2の燃料噴射装置30、点火装置31、可変動弁装置(バルブタイミング調節装置)32などが接続される。コントローラ16は、燃料噴射装置30を制御してエンジン2への燃料の供給と停止および燃料噴射量・噴射時期を調節するとともに、点火装置31を駆動してエンジン2の点火時期制御を行う。また、コントローラ16は可変動弁装置32を制御してエンジン2の吸・排気弁の作動状態を調節する。なお、コントローラ16には低圧の補助バッテリ33から電源が供給される。

【0028】以上は本発明が適用可能なハイブリッド車両の基本的な構成例を示したものであり、本発明では例えばこうしたハイブリッド車両においてエンジン始動時に吸気弁作動時期を適切に制御することにより始動性を改善することを主たる目的としている。以下にこのためのコントローラ16の機能構成および制御内容の実施形態につき図5以下の各図面を参照しながら説明する。図5は吸気弁作動時期を制御するための可変動弁装置の機械的構成例、図6はこのような可変動弁装置を用いてエンジン始動を行うときのコントローラの制御動作例を示す流れ図、図7は前記始動制御によるモータトルク変化等を示す特性線図である。

【0029】まず図5について説明すると、これはエンジンの吸気カム51の作動角(開弁期間および閉弁時期)を変更可能に構成したカム作動角可変機構により可変動弁装置を構成したもので、例えば特開平9?242520号公報や特開平9?268930号公報等に開示されたものと同様に、コントローラ16に制御されたソレノイドバルブ41からの油圧に基づいて、偏心軸53を軸回りに駆動するアクチュエータ52と、ハウジング54を介してこの偏心軸53に連結された吸気カム51から構成され、回転する吸気カム51に対して偏心軸53を軸回りに搖動させることで吸気カム51の作動角を変更して吸気弁(図示せず)の開弁期間および閉弁時期を最大作動角から最小作動角の間で段階的または連続的

に変更することができるようになっている。吸気カム $\lambda$ 1の作動角は回転角センサ29により検出され、コントローラ16は始動時を含めてエンジン運転状態に応じて吸気弁作動時期となるようにソレノイドバルブ41を駆動し、吸気カム $\lambda$ 1の作動角を制御する。

【0030】次に、始動時の吸気弁作動時期制御等につき図6に基づいて説明する。図6はハイブリッド車両においてエンジン始動条件となったときの始動開始から完爆に至るまでの制御の流れを示したもので、この制御はコントローラ16によるハイブリッド車両の総合的な制御の一部を構成するものとして割り込み処理等により周期的に実行される。

【0031】この制御では、まずエンジン始動条件が成立しているか否かを判定する(ステップ601)。エンジン始動条件とは例えばモータ出力のみで走行中に発電や駆動力の要求に基づいてエンジンの出力が必要となつたときであり、予め定めた所定の運転条件パラメータに基づいて判定する。この始動条件が成立したときには次に吸気管負圧を推定するためのタイマ値Cを初期化し、ついで上述したバッテリ状態SOCを検出する(ステップ602, 603)。

【0032】バッテリ状態SOCは、バッテリ15のその時点での能力に応じて最適なモータ1のトルク制御特性を決定すると共に、当該モータ出力に応じて吸気管負圧が始動完爆負圧に最短時間で達する吸気弁閉時期を設定するために検出する(ステップ604)。モータ出力とバッテリ状態SOCとは相関があるので、前記吸気弁閉時期の設定値は図4に示したような実験結果に基づいて予めテーブルを作成しておき、これを検索することできることができる。

【0033】次に、このようにして設定した吸気弁閉時期となるように可変動弁装置(図5)を制御するとともに、設定トルクとなるようにモータ1を駆動してエンジンの始動クラン킹を開始する(ステップ605)。この時点ではまだ燃料供給および点火は行わず、タイマ値Cが予め定めた所定基準値C<sub>0</sub>に達するまでクランキングのみを継続する(ステップ606, 607)。前記基準値C<sub>0</sub>は吸気管負圧が始動完爆負圧に達するのに必要と推定される時間として設定するもので、これはエンジン仕様に応じた固定値としてもよいが、図4に示したようにモータ出力が低下すると若干長くなる傾向があるので、モータ出力ないしバッテリ状態SOCの関数として設定するのがより望ましい。また、このように始動完爆負圧を始動開始からの経過時間で推定するのではなく、既述したように吸気管負圧を圧力センサにより直接検出することで始動完爆負圧の判定を行うようにしてもよい。

【0034】上述の処理により始動完爆負圧に達したと

判定したときに、初めて燃料供給と点火とを開始し(ステップ608)、その後エンジン1が始動完爆状態となるまで上記ステップ605以下の処理を繰り返す(ステップ609)。始動完爆の判定は、例えばエンジン回転数が予め定めた基準値以上となったことから判定する。

【0035】始動完爆した後はこの制御を終了し、図示しない始動後の処理に移行する。始動後の制御としては、例えば図7に示したようにスロットル開度TVOを始動クランキング時には略全閉としておき、その後その時点で必要なトルクが得られるように制御するスロットル開度制御がある。この場合、始動直後のエンジントルクとその時点での要求トルクとのあいだに差があるときに当該トルク差を徐々に補償するようにスロットル開度を制御することでより滑らかな運転性が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】～

【図2】本発明が適用可能なハイブリッド車両の構成例を示す概略構成図。

【図3】内燃機関の吸気管負圧が所定空気圧に達するまでの時間と吸気弁閉時期との関係を示す特性線図。

【図4】図3に示した関係に対する始動モータの出力の影響を示す特性線図。

【図5】可変動弁装置の一実施形態の概略構成図。

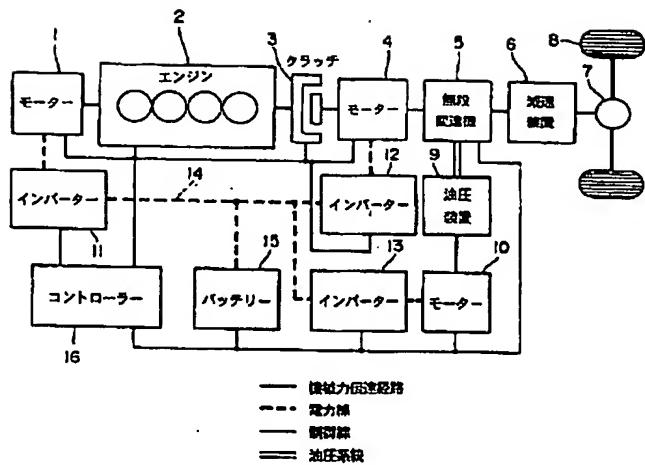
【図6】本発明による制御の一実施形態を示す流れ図。

【図7】上記実施形態による制御時の始動モータトルク、スロットル開度(TVO)、吸気管負圧、燃料供給量、始動モータ回転数の変化状態を示す特性線図。

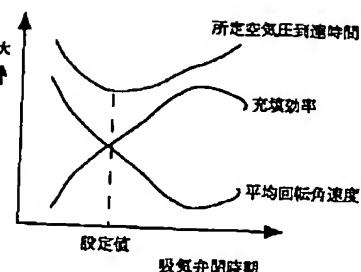
#### 【符号の説明】

1	モータ(電動機)
2	エンジン(内燃機関)
3	クラッチ
4	モータ
5	無段変速機
9	油圧装置
10	油圧発生用モータ
15	バッテリ
16	コントローラ
20	キースイッチ
21	セレクトレバースイッチ
22	アクセルペダルセンサ
23	ブレーキスイッチ
24	車速センサ
25	バッテリ温度センサ
26	バッテリSOC検出装置
27	エンジン回転数センサ
28	スロットル開度センサ
35	水温センサ
41	圧力センサ

【図1】

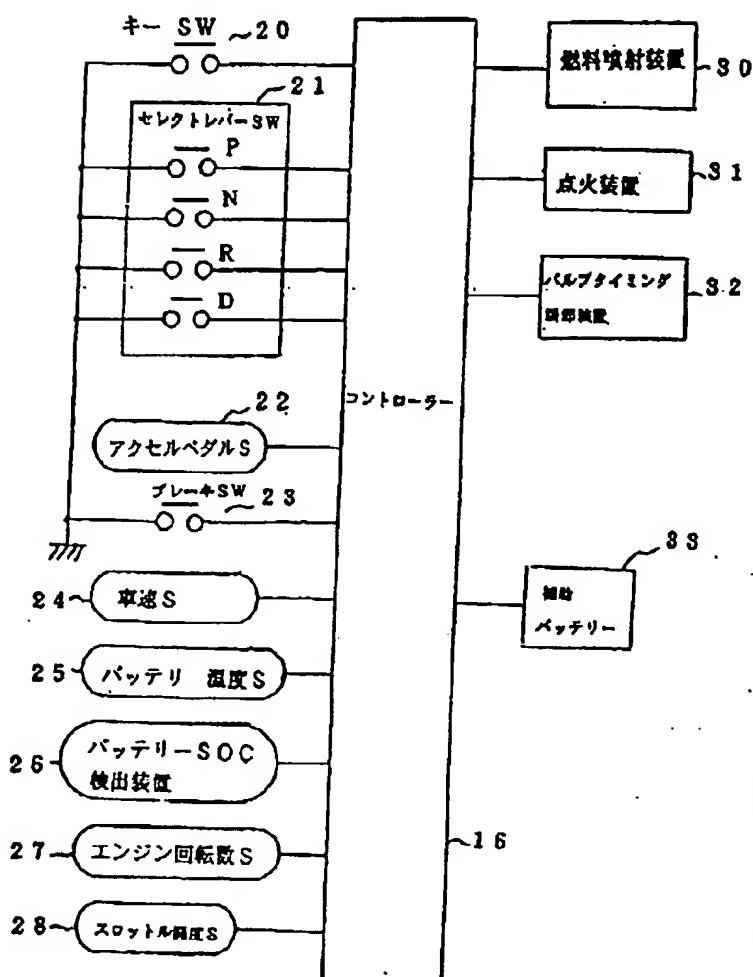


【図3】

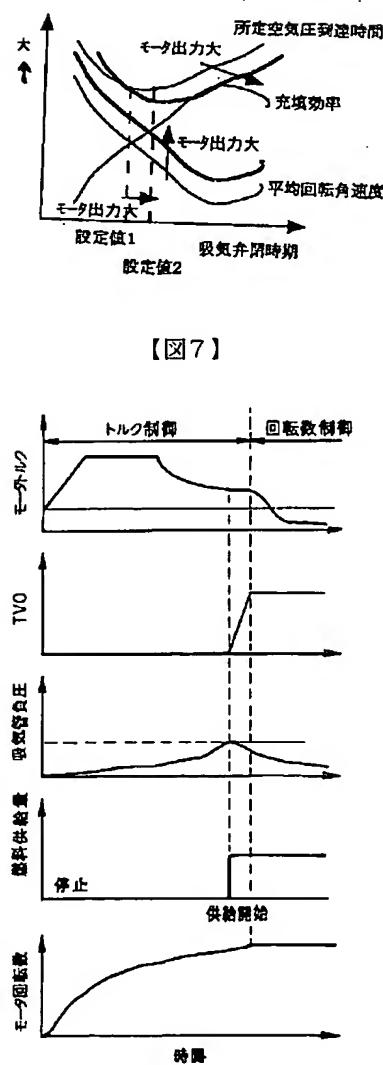


【図4】

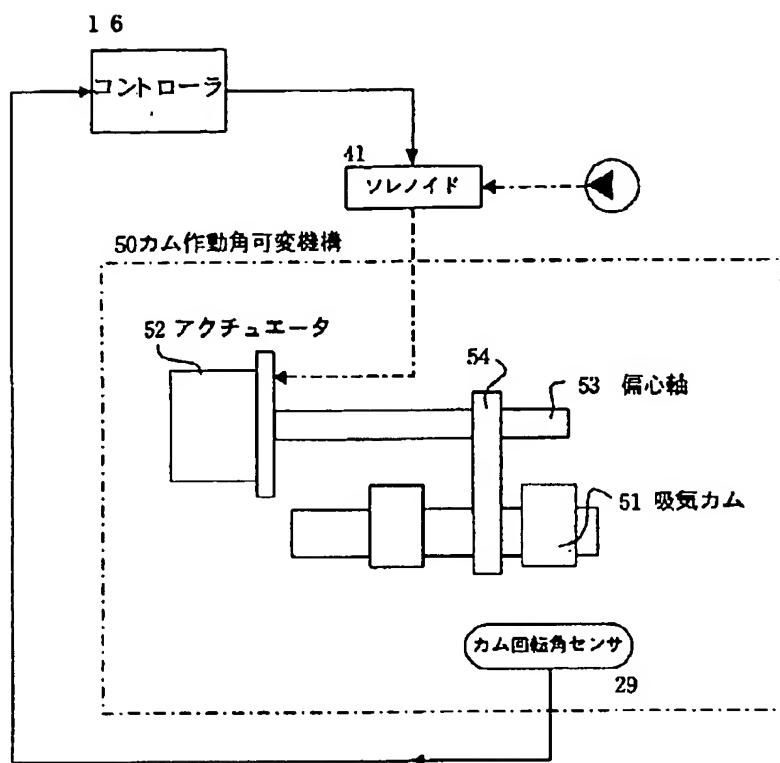
【図2】



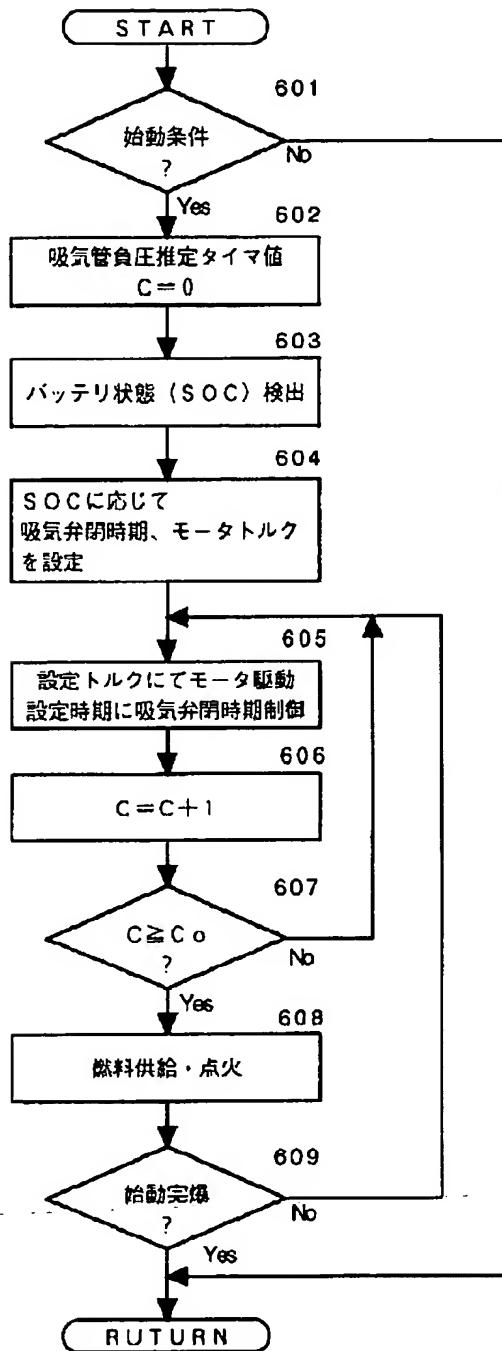
【図7】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.7

F 02 D 29/02  
29/06  
41/06

識別記号

3 2 1  
3 2 0

F I

F 02 D 41/06  
B 6 0 K 9/00

マーク (参考)

3 2 0  
Z

(72)発明者 出口 欣高  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

F ターム(参考) 3G093 AA06 AA07 BA21 CA01 DA01  
DA03 DA06 DA12 DB19 EA05  
EA09 EA13 EA15 EC04  
5H115 PG04 PI15 PI16 PI22 PU02  
PU08 PU22 PU24 PU25 PU29  
PV09 QN02 QN12 RB08 RE01  
RE05 RE07 SE05 SE08 TB01  
TE02 TE03 TE06 TI01 TI10  
TO21 TO23